

Roteiro para compreensão e análise do estudo
Burden of disease from environmental noise
Quantification of healthy life years lost in Europe
da Organização Mundial de Saúde (OMS)

Após a divulgação da *Nota Técnica Conjunta contra o Projeto de Lei nº 445/2015*, recebemos pedidos de disponibilização de uma versão em português do documento *Burden of disease from environmental noise*.

Ainda que sensíveis ao fato de que a análise de um documento dessa complexidade e extensão (126 p.) era dificultada sobremaneira por sua redação em língua estrangeira, tivemos que informar que o documento ainda não havia sido traduzido oficialmente e que não dispúnhamos de meios para providenciar sua integral tradução, em grande parte pela nomenclatura específica de certos estudos de Medicina e de Estatística¹.

Entretanto, em razão de interpretações rudimentares e profundamente equivocadas dos mais basilares aspectos do estudo, sentimo-nos compelidos a providenciar – em caráter emergencial, em tradução livre e na forma de sinopse – um roteiro para compreensão da metodologia utilizada pela Organização Mundial de Saúde e, conseqüentemente, para o entendimento da real extensão da análise ali desenvolvida.

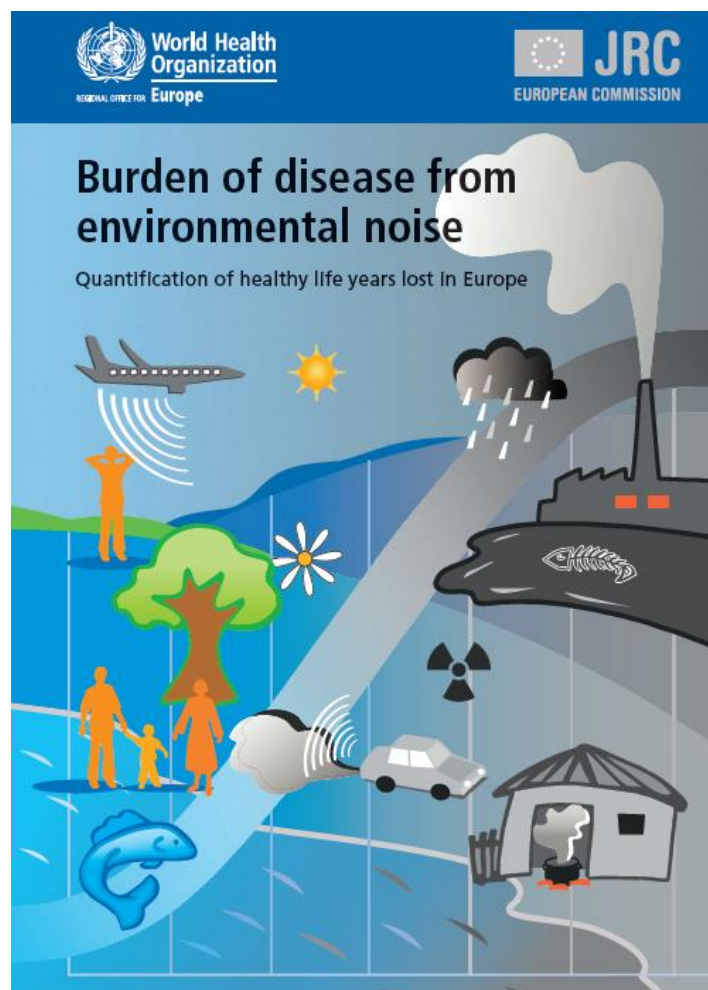
O estudo se desenvolve, de fato, em cinco capítulos, estruturados basicamente da mesma forma. Assim, procedemos à análise do capítulo no qual é tratado o primeiro impacto sobre a saúde pública: correlação entre ruído ambiental e doença cardiovascular. A partir dessa interpretação, acreditamos que será possível estender a análise aos demais capítulos.

Lamentamos a deturpação de nossa intenção inicial: a elaboração de um documento tecnicamente denso em linguagem mais acessível. Pretendíamos fornecer um documento com uma abordagem mais jornalística, uma leitura mais leve, acessível a todos, para que fosse possível dimensionar os riscos verdadeiramente envolvidos no debate acerca de tema tão hermético. Mas tivemos que abandonar, neste roteiro, em parte, o caráter enxuto da Nota Técnica em prol da divulgação de um volume maior de informações.

¹ Razão, inclusive, pela qual mantivemos no idioma original denominações muito específicas.

Reproduzindo trecho do próprio estudo - o qual, não coincidentemente, se denomina **CARGA DE DOENÇA EM FUNÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO AMBIENTAL**² -, esperamos sanar qualquer dúvida acerca do propósito do presente estudo: avaliação dos riscos causados à saúde pelas diversas fontes que compõem o **RUÍDO AMBIENTAL**, ou seja, aquele emitido por qualquer fonte, exceto o ruído produzido em ambientes de trabalho industriais.

Desejamos, dessa forma, evitar a ocorrência, literalmente, de ruídos na comunicação.



CARGA DE DOENÇA EM FUNÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO AMBIENTAL
QUANTIFICAÇÃO DOS ANOS DE VIDA SAUDÁVEL PERDIDOS NA EUROPA

² A partir deste ponto, todas as referências feitas a *environmental noise* (nos trechos da publicação original) ou a **RUÍDO AMBIENTAL** serão destacados para que não reste dúvida acerca do objetivo do estudo sob análise.

CONTENTS

| | |
|--|------|
| ABSTRACT | v |
| LIST OF ACRONYMS AND ABBREVIATIONS | vi |
| FOREWORD | vii |
| ACKNOWLEDGEMENTS | viii |
| EXECUTIVE SUMMARY | xiii |
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| Aims of this publication | 2 |
| Risk assessment | 2 |
| Environmental burden of disease assessment | 7 |
| Process of developing this publication | 11 |
| References | 13 |
| 2. ENVIRONMENTAL NOISE AND CARDIOVASCULAR DISEASE | 15 |
| Definition of outcome | 15 |
| Summary of evidence linking noise and cardiovascular disease | 16 |
| Exposure–response relationship | 17 |
| Disability weight | 23 |
| EBD calculations | 24 |
| Uncertainties, limitations and challenges | 28 |
| Conclusions | 33 |
| References | 34 |
| 3. ENVIRONMENTAL NOISE AND COGNITIVE IMPAIRMENT IN CHILDREN | 45 |
| Definition of outcome | 45 |
| Summary of evidence linking noise and cognitive impairment in children | 46 |
| Exposure–response relationship | 47 |
| Disability weight | 49 |
| EBD calculations | 49 |
| Uncertainties, limitations and challenges | 51 |
| Conclusions | 52 |
| References | 53 |
| 4. ENVIRONMENTAL NOISE AND SLEEP DISTURBANCE | 55 |
| Definition of outcome | 55 |
| Noise exposure | 57 |
| Exposure–response relationship | 58 |
| Disability weight | 60 |
| EBD calculations | 61 |
| Uncertainties, limitations and challenges | 66 |
| Conclusions | 67 |
| References | 68 |

BURDEN OF DISEASE FROM ENVIRONMENTAL NOISE

IV TABLE OF CONTENTS

| | |
|--|-----|
| 5. ENVIRONMENTAL NOISE AND TINNITUS | 71 |
| Definition of outcome | 71 |
| Summary of evidence linking noise and tinnitus | 73 |
| Exposure–response relationship | 73 |
| Disability weight | 74 |
| EBD calculations | 75 |
| Uncertainties, limitations and challenges | 80 |
| Conclusions | 81 |
| References | 83 |
| 6. ENVIRONMENTAL NOISE AND ANNOYANCE | 91 |
| Definition of outcome | 91 |
| Traffic noise exposure | 92 |
| Exposure–response relationship | 92 |
| Disability weight | 93 |
| EBD calculations | 94 |
| Uncertainties, limitations and challenges | 96 |
| Conclusions | 97 |
| References | 98 |
| 7. CONCLUSIONS | 99 |
| Environmental noise: a public health problem | 99 |
| Effects of environmental noise on selected health outcomes | 100 |
| Uncertainties, limitations and challenges | 102 |
| Uses of this publication | 104 |
| Noise and the Parma Declaration on Environment and Health | 105 |
| References | 106 |

BURDEN OF DISEASE FROM ENVIRONMENTAL NOISE

ABSTRACT

The health impacts of **environmental noise** are a growing concern among both the general public and policy-makers in Europe. This publication was prepared by experts in working groups convened by the WHO Regional Office for Europe to provide technical support to policy-makers and their advisers in the quantitative risk assessment of **environmental noise**, using evidence and data available in Europe. The chapters contain the summary of synthesized reviews of evidence on the relationship between **environmental noise** and specific health effects, including cardiovascular disease, cognitive impairment, sleep disturbance and tinnitus. A chapter on annoyance is also included. For each outcome, the environmental burden of disease methodology, based on exposure-response relationship, exposure distribution, background prevalence of disease and disability weights of the outcome, is applied to calculate the burden of disease in terms of disability-adjusted life-years (DALYs). With conservative assumptions applied to the calculation methods, it is estimated that DALYs lost from **environmental noise** are 61 000 years for ischaemic heart disease, 45 000 years for cognitive impairment of children, 903 000 years for sleep disturbance, 22 000 years for tinnitus and 654 000 years for annoyance in the European Union Member States and other western European countries. These results indicate that at least one million healthy life years are lost every year from traffic-related noise in the western part of Europe. Sleep disturbance and annoyance, mostly related to road traffic noise, comprise the main burden of **environmental noise**. Owing to a lack of exposure data in south-east Europe and the newly independent states, it was not possible to estimate the disease burden in the whole of the WHO European Region. The procedure of estimating burdens related to **environmental noise exposure presented here** can be used by international, national and local authorities as long as the assumptions, limitations and uncertainties reported in this publication are carefully taken into account.

Os impactos causados pelo **RUÍDO AMBIENTAL** na saúde pública são uma preocupação crescente na Europa, tanto entre a população em geral quanto entre os formuladores de políticas públicas.

A publicação ora sob análise foi elaborada por especialistas ligados à Organização Mundial de Saúde. Mediante a utilização de dados e evidências disponíveis na Europa, objetivam prover, aos responsáveis pela formulação de políticas públicas e seus consultores, apoio técnico na avaliação quantitativa do risco associado ao **RUÍDO AMBIENTAL**.

Os capítulos foram estruturados da mesma maneira: trazem o sumário de revisões sintetizadas de estudos que correlacionam a exposição ao **RUÍDO AMBIENTAL** à produção de efeitos específicos na saúde, aí incluídos doença cardiovascular, deficiência cognitiva, distúrbios de sono e zumbido.

Para cada um desses impactos foi aplicada a metodologia da carga ambiental de doença, a qual gerou resultados em DALY (*disability-adjusted life years*), ou, simplesmente, os anos de vida perdidos ajustados por incapacidade. Trata-se de um indicador do estudo de carga de doença que combina informações de mortalidade e morbidade. O DALY permite mensurar o impacto de cada doença sobre o estado de saúde da população, constituindo-se em ferramenta fundamental para elaboração de políticas voltadas para a redução da carga de doença.

FOREWORD

Public health experts agree that environmental risks constitute 24% of the burden of disease. Widespread exposure to **environmental noise** from road, rail, airports and industrial sites contributes to this burden. One in three individuals is annoyed during the daytime and one in five has disturbed sleep at night because of traffic noise. Epidemiological evidence indicates that those chronically exposed to high levels of **environmental noise** have an increased risk of cardiovascular diseases such as myocardial infarction. Thus, noise pollution is considered not only an environmental nuisance but also a **threat to public health**.

Especialistas em saúde pública concordam que os riscos ambientais constituem 24% da carga de doença. A exposição indiscriminada ao **RUÍDO AMBIENTAL** de rodovias, ferrovias, aeroportos e ambientes industriais contribui para essa carga. Resultados de estudos epidemiológicos indicam que a exposição crônica a altos níveis de **RUÍDO AMBIENTAL** inflige risco maior de doenças cardiovasculares, como o infarto do miocárdio. Assim, a poluição sonora é considerada não apenas um incômodo ambiental, mas também uma ameaça à saúde pública.

EXECUTIVE SUMMARY

Introduction

Urbanization, economic growth and motorized transport are some of the driving forces for **environmental noise exposure and health effects**. **Environmental noise** is defined as noise emitted from all sources except industrial workplaces. The EU Directive on the management of **environmental noise** (END) adds industrial sites as sources of **environmental noise**.

A urbanização, o crescimento econômico e o transporte motorizado são algumas das causas para a exposição ao **RUÍDO AMBIENTAL** e a geração de efeitos na saúde. O **RUÍDO AMBIENTAL** é definido como aquele emitido por todas as fontes, exceto em ambiente de trabalho industrial. Não obstante, a diretiva de gestão do **RUÍDO AMBIENTAL** inclui os sítios industriais como fontes de **RUÍDO AMBIENTAL**.

To estimate the environmental burden of disease (EBD) due to **environmental noise**, a quantitative risk assessment approach has to be used. Risk assessment refers to the identification of hazards, the assessment of population exposure and the determination of appropriate exposure–response relationships. The EBD is expressed as disability-adjusted life years (DALYs). DALYs are the sum of the potential years of life lost due to premature death and the equivalent years of “healthy” life lost by virtue of being in states of poor health or disability.

Para estimar a carga global de doença em função da exposição ao **RUÍDO AMBIENTAL**, uma abordagem quantitativa da avaliação do risco teve que ser usada. Avaliação do risco se refere à identificação das ameaças, a avaliação da exposição da população e a determinação das associações exposição-resposta apropriadas. A carga global de doença é quantificada em DALY, resultado da soma dos potenciais anos de vida perdidos por mortes prematuras e os anos de vida saudável equivalente perdidos em função de incapacidade ou saúde precária.

The health end-points of **environmental noise** considered by the working group for the EBD estimation included cardiovascular disease, cognitive impairment, sleep disturbance, tinnitus and annoyance. Although annoyance was not addressed as a health outcome of the GBD project, it was selected for the EBD estimation in consideration of WHO’s broad definition of health.

Em relação à saúde, os impactos resultantes do **RUÍDO AMBIENTAL** que foram considerados pelo grupo de trabalho para a estimativa da carga global de doença incluíram doença cardiovascular, déficit cognitivo, distúrbio do sono, zumbido e incômodo.

Methods of environmental burden of disease assessment

The burden of disease is expressed in DALYs in the general population through the equation

$$\text{DALY} = \text{YLL} + \text{YLD}$$

In this equation, YLL is the number of “years of life lost” calculated by

$$\text{YLL} = \sum_i (N_i^m \cdot L_i^m + N_i^f \cdot L_i^f)$$

where N_i^m (N_i^f) is the number of deaths of males (females) in age group i multiplied by the standard life expectancy L_i^m (L_i^f) of males (females) at the age at which death occurs. YLD is the number of “years lived with disability” estimated by the equation

$$\text{YLD} = I \cdot \text{DW} \cdot D$$

where I is the number of incident cases multiplied by a disability weight (DW) and an average duration D of disability in years. DW is associated with each health condition and lies on a scale between 0 (indicating the health condition is equivalent to full health) and 1 (indicating the health condition is equivalent to death).

The EBD of each end-point was estimated using the following information and data:

- the distribution of **environmental noise** exposure within the population;
- the exposure–response relationships for the particular health end-point;
- the population-attributable fraction due to **environmental noise** exposure;
- a population-based estimate of the incidence or prevalence of the health end-point from surveys or routinely reported statistics; and
- the value of DW for each health end-point.

A avaliação da carga de doença foi feita a partir de equação que considera os anos de vida perdidos e os anos de vida com incapacidade. A estimativa de cada uma das áreas impactadas se baseia nas seguintes informações e dados:

- distribuição da exposição ao **RUÍDO AMBIENTAL** na população;
- associação exposição-resposta na população;
- redução proporcional na doença ou mortalidade que ocorreria se a exposição ao **RUÍDO AMBIENTAL** fosse reduzida a um cenário de exposição ideal alternativo³;
- estimativa baseada na população da incidência ou prevalência de indicadores⁴ de pesquisas ou estatísticas rotineiras;
- valor de DW (*disability weight*, peso da deficiência) para cada indicador⁵.

Importante frisar, mais uma vez, que, na avaliação da carga de doença, a Organização Mundial de Saúde não promove nenhum tipo de diferenciação quanto à fonte sonora.

³ *Population-attributable fraction* no original

⁴ *Health end-point* no original

⁵ *Health end-point* no original

Conclusions

There is sufficient evidence from large-scale epidemiological studies linking the population's exposure to **environmental noise** with adverse health effects. Therefore, **environmental noise** should be considered not only as a cause of nuisance but also a concern for public health and environmental health.

A conclusão do estudo foi de que se encontram disponíveis suficientes estudos epidemiológicos de larga escala relacionando a exposição da população ao **RUÍDO AMBIENTAL** com efeitos adversos na saúde. Assim, o **RUÍDO AMBIENTAL** deve ser considerado não apenas uma causa de incômodo, mas também uma preocupação para a saúde pública e a saúde ambiental.

It is estimated that DALYs lost from **environmental noise** in the western European countries are 61 000 years for ischaemic heart disease, 45 000 years for cognitive impairment of children, 903 000 years for sleep disturbance, 22 000 years for tinnitus and 654 000 years for annoyance. If all of these are considered together, the range of burden would be 1.0–1.6 million DALYs.¹ This means that at least 1 million healthy life years are lost every year from traffic-related noise in the western European countries, including the EU Member States. Sleep disturbance and annoyance related to road traffic noise constitute most of the burden of **environmental noise** in western Europe. Owing to a lack of exposure data in south-east Europe and the newly independent states, it was not possible to estimate the disease burden in the whole of the WHO European Region.

A Organização Mundial de Saúde estimou que, em anos de vida perdidos ajustados por incapacidade, o **RUÍDO AMBIENTAL** nos países da Europa ocidental contabiliza:

- 61.000 anos em razão de doença isquêmica cardíaca;
- 45.000 anos em razão de déficit cognitivo nas crianças;
- 903.000 anos em razão de distúrbios do sono;
- 22000 anos em razão de zumbido;
- 654.000 anos em razão de incômodo.

Se fossem considerados todos juntos, a carga global de doença variaria de 1 a 1.6 milhão de DALY.

Ao final do sumário executivo, a Organização Mundial de Saúde esclarece os procedimentos para estimativa da carga de doenças específicas em função da exposição ao **RUÍDO AMBIENTAL** usados no estudo e afirma que essa estimativa pode ser utilizada por autoridades

locais, nacionais e internacionais – desde que apontadas as devidas limitações e incertezas reportadas na publicação.

In its *Guidelines for community noise* (4), the WHO defined **environmental noise** as “noise emitted from all sources except for noise at the industrial workplace”. European Union (EU) Directive 2002/49/EC on the management of **environmental noise** (5) defines **environmental noise** as “unwanted or harmful outdoor sound created by human activities, including noise from road, rail, airports and from industrial sites”. The terms community, residential or domestic noise have also been applied to **environmental noise**, although these terms are not necessarily used consistently. **This publication examines health risk assessment for these sources of environmental noise.**

Importa também reforçar que, conforme documento produzido pela OMS acerca das diretrizes para **RUÍDO COMUNITÁRIO**, o entendimento da entidade é, repita-se, de que **RUÍDO AMBIENTAL** é aquele emitido por qualquer fonte, exceto o ruído produzido em ambientes de trabalho industriais. Também enfatiza que os termos comunitário, residencial ou doméstico também têm sido utilizados para **RUÍDO AMBIENTAL** (ainda que o uso desses termos não se dê de forma consistente) e que a presente publicação avaliou os riscos causados à saúde originários dessas fontes de **RUÍDO AMBIENTAL**.

In recent years, evidence has accumulated regarding the health effects of **environmental noise**. For example, well-designed, powerful epidemiological studies have found cardiovascular diseases to be consistently associated with exposure to **environmental noise**. In order to inform policy and to develop management strategies and action plans for noise control, national and local governments need to understand and consider this new evidence on the health impacts of **environmental noise**. For this purpose, there should be a risk assessment to evaluate the extent of the potential health effects.

Nos últimos anos, foram acumuladas evidências sobre os efeitos à saúde causados pelo **RUÍDO AMBIENTAL**. Estudos epidemiológicos variados comprovam a constante associação entre doenças cardiovasculares e a exposição ao **RUÍDO AMBIENTAL**.

Exposure assessment

There are many different sources of **environmental noise** to which people are exposed including, for example:

- transport (road traffic, rail traffic, air traffic);
- construction and industry;
- community sources (neighbours, radio, television, bars and restaurants); and
- social and leisure sources (portable music players, fireworks, toys, rock concerts, firearms, snowmobiles, etc.).

Noise from all sources may be relevant to the assessment of risk, and hence it may be appropriate to assess the exposure of the population of interest to all of these sources. In practice, it is almost impossible to consider exposure to all sources in the risk assessment, because some exposures are difficult to estimate at the population level (for example, leisure noise through attending music concerts or listening to personal music devices). By contrast, considerable work has been done on assessing the exposure of populations to noise sources such as air traffic and road traffic.

Ainda que a utilização constante de uma nomenclatura técnica específica costume causar confusão entre aqueles não familiarizados com a linguagem científica, a OMS foi clara e enfática ao delimitar o **RUÍDO AMBIENTAL** e caracterizar a avaliação à sua exposição, a qual inclui, expressamente:

- meios de transporte (rodovias, ferrovias, aeroportos);
- indústria e construção civil;
- fontes comunitárias (vizinhança, rádio, televisão, bares e restaurantes);
- fontes sociais e de lazer (dispositivos pessoais de música, fogos de artifício, brinquedos, eventos públicos, armas de fogo, veículos motorizados etc).

A entidade volta a afirmar a importância que todas essas fontes podem ter para a avaliação do risco. Para a OMS, a exposição da população interessada a todas essas fontes deve ser avaliada, ainda que, na prática, seja difícil considerá-las na avaliação dos riscos. Em compensação, um trabalho considerável tem sido feito na avaliação da exposição da população às fontes como tráfego aéreo e rodoviário, razão pela qual esses estudos têm sido utilizados e seus resultados extrapolados para a criação de indicadores, como se verá a seguir.

Exposure-response relationship

For a quantitative risk assessment and the derivation of guidelines for public health noise policy, a common exposure–response curve is required. The risk estimates obtained from different noise studies can be summarized using the statistical approach of meta-analysis.

Para que seja possível a avaliação quantitativa do risco, de forma a permitir a criação de diretrizes que embasem uma política pública de saúde, é necessária a elaboração de uma curva exposição-resposta comum. Dessa forma é possível uma estimativa de risco única pois, ainda que obtida pela utilização de estudos variados, a utilização de uma abordagem estatística de meta-análise permite sua síntese.

Definition of exposure

Energy-based indicators of exposure (L_{eq}) are adequate and sufficient for assessing the relationship between long-term exposure to **community noise** and chronic diseases such as cardiovascular disorders. While single event noise indicators can be useful predictors (as additional information) for assessing the effects of acute noise (e. g. sleep disturbance) (112), integrated noise indicators (e.g. a year’s average noise level) are suitable predictors in epidemiological studies for assessing the long-term effects of chronic noise exposure. Such indicators should measure noise during certain periods of the day. Examples include $L_{day,16h}$ (day-noise indicator 7:00 to 23:00), $L_{day,12h} + L_{evening,4h}$ (day-noise indicator 7:00 to 19:00 and evening-noise indicator 19:00 to 23:00) and $L_{night,8h}$ (night-noise indicator 23:00 to 7:00). $L_{day,16h}$ is a useful indicator for estimating health impacts according to the method proposed here. When information on noise for the various periods of the day, i.e. day/evening/night, is available, weighted and non-weighted indicators can easily be calculated for use in health studies and related quantitative risk assessment. This includes the indicators L_{den} (weighted day-evening-night noise indicator) and L_{night} according to Directive 2002/49/EC (113), which are considered in noise mapping.

Os indicadores de exposição baseados em energia foram considerados adequados e suficientes para a avaliação da relação entre exposição de longo prazo ao **RUÍDO COMUNITÁRIO** e doenças crônicas, como as cardiovasculares. Como será indicado adiante no documento (p. 18), “fórmulas aproximadas para a conversão de diferentes indicadores de ruído podem ser encontradas em *Guia de boas práticas para o mapeamento estratégico de ruído*”.

All epidemiological noise studies were evaluated with respect to their feasibility for inclusion in a meta-analysis. The following criteria for the inclusion in the analysis/synthesis process were applied: (a) peer-reviewed in the international literature; (b) reasonable control of possible confounding (stratification, model adjustment, matching); (c) objective assessment of exposure (sound level); (d) objective assessment of outcome (clinical assessment); (e) type of study (analytical or descriptive); and (f) multi-level exposure–response assessment (not only dichotomous exposure categories).

A seleção dos estudos para inclusão na meta-análise seguiu os seguintes critérios:

- (a) revisão em literatura internacional;
- (b) controle razoável de possível correlação⁶;
- (c) avaliação objetiva da exposição;
- (d) avaliação objetiva do resultado;
- (e) tipo de estudo;
- (f) avaliação exposição-resposta multinível.

Based on the above criteria, five analytical (prospective case-control and cohort) and two descriptive (cross-sectional) studies were suitable for derivation of a common exposure–response curve for the association between road traffic noise and the risk of myocardial infarction. Two separate meta-analyses were undertaken by considering the analytical studies and descriptive studies separately. The analytical studies comprised those that were carried out in Caerphilly and Speedwell with a pooled analysis of 6 years follow-up data (122,123) and the three Berlin studies (124,125). The descriptive studies comprised the cross-sectional analyses that were carried out on the studies in Caerphilly and Speedwell (126). All studies referred to the road traffic noise level during the day ($L_{\text{day},16\text{h}}$) and the incidence (analytical studies) or prevalence (descriptive studies) of myocardial infarction as the outcome. The study subjects were men. In all analytical studies the orientation of rooms (moderator of the exposure) was considered for the exposure assessment (at least one bedroom or living room facing the street or not). In all descriptive studies the traffic noise level referred to the nearest facades that were facing the street and did not consider the orientation of rooms/windows (source of exposure misclassification). The individual effect estimates of each study were adjusted for the covariates given in these studies. This means that different sets of covariates were considered in each study. Nevertheless, this pragmatic approach accounts best for possible confounding in each study and provides the most reliable effect estimates derived from each study.

⁶ *Confounding* no original

Em termos práticos: para o cálculo da carga global de doença cardiovascular era necessária a elaboração de uma curva exposição-resposta comum. Para tanto, foram utilizados diferentes estudos, com diferentes fontes. Com base nos critérios acima, foram utilizados cinco estudos analíticos e dois descritivos que associavam o ruído originário de rodovias e o risco de infarto do miocárdio. Isso significa que, ainda que diferentes conjuntos de variáveis tenham sido considerados em cada estudo, essa abordagem pragmática se mostrou a melhor e forneceu as estimativas de efeito mais confiáveis.

Quanto à associação entre o ruído de aeroportos e hipertensão, foram utilizados os resultados de cinco estudos para o cálculo de coeficientes de regressão de estudos individuais e razões de probabilidade.

EBD calculations

Two examples are given for calculating EBD from noise for cardiovascular disease. First, the exposure-specific approach is used to estimate the DALYs from myocardial infarction due to road traffic noise in Germany. Second, different noise exposure prevalence data are used to estimate the attributable fraction of myocardial infarction due to noise in Berlin.

Percebe-se, assim, que a carga global de doença cardiovascular a partir do ruído foi calculada a partir da utilização, primeiro, de dados de infarto do miocárdio em razão do ruído de rodovias na Alemanha e, segundo, de dados de infarto do miocárdio em razão do ruído em Berlim.

Calculation of DALYs

To gain a rough estimate of the DALYs lost due to noise-related myocardial infarction for one year, the formulae in the previous chapter can be used:

$$\text{DALY} = \text{YLL} + \text{YLD}$$

where $\text{YLD} = I \cdot \text{DW} \cdot L$ and $\text{YLL} = \text{number of deaths} \cdot \text{average loss of life per death due to myocardial infarction}$.

Assuming one year of disability for each non-fatal case of myocardial infarction, the total DALYs are equal to:

$$29\,488 + (1\,629 \cdot 0.405 \cdot 1) = 30\,147$$

This does not include ongoing morbidity after the first year.

Os resultados foram então extrapolados para as demais fontes de ruído ambiental. Somente então obteve-se os DALY anuais em razão de infarto do miocárdio relacionado ao ruído ambiental.

Biological plausibility of association

The biological plausibility of the hypothesis of noise effects is well-documented (see previous section summarizing the evidence). Acute noise effects have been studied extensively over the past 50 years, and a general noise reaction model was well-established before research moved from the laboratory to test hypotheses with respect to the long-term effects of noise in epidemiological studies.

The auditory system is continuously analysing acoustic information, which is filtered and interpreted by different cortical and sub-cortical brain structures causing acute responses of the autonomic nervous and the endocrine system, even during sleep. Long-term noise stress can adversely affect biological risk factors due to chronic dysregulation. Considering this pathway, noise must be viewed as an environmental risk factor. In epidemiological noise studies, higher risk estimates were found when length of exposure was considered (years in residence). The same accounts for room orientation and window opening habits (higher risks when rooms were facing the street with windows open). This is in accordance with the noise hypothesis and the effects of chronic noise stress (exposure effect).

Como há 50 anos estudos extensivos vêm sendo desenvolvidos, a plausibilidade biológica da associação entre o ruído e os efeitos agudos verificados encontra-se devidamente documentada.

Independentemente de nossa atenção, o sistema auditivo analisa continuamente as informações acústicas, as quais são filtradas e interpretadas por diferentes estruturas cerebrais. Isso explica porque, mesmo durante o sono, há respostas agudas de nossos sistemas nervoso autônomo e endócrino. O estresse derivado do ruído, a longo prazo, afeta negativamente fatores de risco biológico.

Em razão desse percurso orgânico, o ruído deve ser visto como um fator de risco ambiental. Estudos epidemiológicos demonstraram que maiores estimativas de risco foram encontradas quando considerada a duração da exposição (anos de residência no local). Por essa razão, o mesmo raciocínio deve ser aplicado à orientação dos cômodos e aos hábitos de abertura de janelas, em conformidade com a hipótese de ruído e os efeitos da exposição (estresse crônico em razão do ruído).

Conclusions

The noise indicators used for noise mapping in the EU can – in principle – be used for a quantitative risk assessment regarding cardiovascular risk if exposure–response relationships are known. Only two end-points – hypertension and ischaemic heart disease – should be considered at this stage. If necessary, different exposure–response curves could be used for different exposures. Some studies showed that associations between noise level and cardiovascular outcomes were stronger with respect to noise exposure at night (128,166,167). In this respect, it can be useful to consider different exposure–response relationships for day and night noise, particularly if the exposed side of the house is considered for exposure assessment. For practical reasons, attempts should be made to reduce the set of necessary exposure–response curves to a minimum. The noise indicator L_{den} may be useful for assessing and predicting annoyance in the population. However, non-weighted day and night noise indicators may be more appropriate for health-effect-related research and risk quantification. It is a matter for future research to determine how the integrated noise indicator L_{den} performs in noise studies, particularly with respect to noise sources (railways, aircraft) other than road traffic where the differences between day and night noise are less uniform and depend on location and other circumstances (e. g. night noise regulations).

A conclusão alcançada no capítulo dedicado às doenças cardiovasculares foi de que os indicadores de ruído utilizados para mapeamento no continente europeu podem, em princípio, ser utilizados para uma avaliação quantitativa de risco em relação ao risco cardiovascular se as relações de exposição-resposta são conhecidas. Reforçam, inclusive, que é possível a utilização de diferentes curvas exposição-resposta para diferentes tipos de exposição.

Essa abordagem estatística, adotada pela Organização Mundial de Saúde, foi o que permitiu, mediante meta-análise, o cálculo da carga global de doença cardiovascular a partir do ruído. No presente estudo, isso se deu mediante a utilização de (i) dados de infarto do miocárdio em razão do ruído de rodovias na Alemanha, e (ii) dados de infarto do miocárdio em razão do ruído em Berlim.

Lembrando sempre que o **RUÍDO AMBIENTAL** é integrado pelos sons produzidos pelos meios de transporte, indústria e construção civil, fontes comunitárias e fontes sociais e de lazer.

Ainda acerca da metodologia adotada pela OMS para cálculo da carga global de doença cardiovascular, é importante ressaltar que nenhuma das 172 referências empregadas foi desenvolvida no decorrer ou para a elaboração do *Burden of disease from environmental noise*, conforme explicação encontrada no próprio documento (abaixo).

This publication was produced by the working group convened by the Regional Office to provide policy-makers and their advisers in national and local authorities with exemplary practices of using WHO methods of quantifying the burden of disease for selected health end-points. Because of the uncertainties in exposure assessment, exposure–response relationships and health statistics, conservative assumptions were made as far as possible.

Tomemos como exemplo os estudos utilizados no capítulo em referência – especificamente, aqueles dos quais foram retiradas duas figuras que ilustram a *Nota Técnica Conjunta contra o Projeto de Lei nº 445/2015*.

Estudos epidemiológicos relacionaram o ruído ambiental a diversas doenças cardiovasculares, incluindo infarto do miocárdio. A partir de 60dB(A), a probabilidade de infarto segue o Gráfico 1, abaixo.

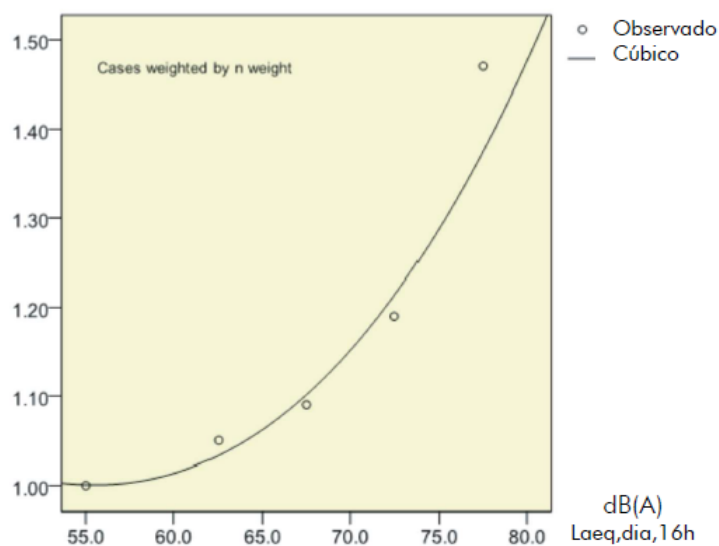


Gráfico 1: correlação entre incidência de infarto do miocárdio e ruído ambiental. Fonte: WHO, 2011, p.22, tradução nossa.

Em relação à hipertensão arterial, os estudos demonstraram que, a cada incremento de 5dB(A), a probabilidade aumenta 1.05 (1.38 no nível de 24h), conforme Gráfico 2.

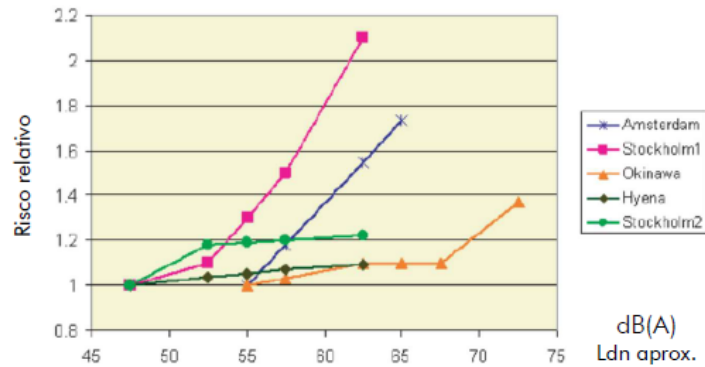
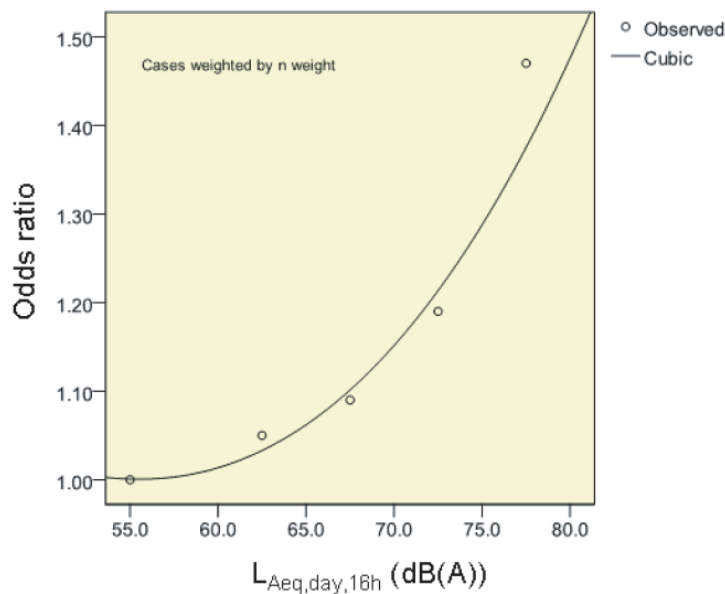


Gráfico 2: associação entre hipertensão arterial e ruído ambiental. Fonte: WHO, 2011, p.23, tradução nossa.

Conforme expressamente indicado nas legendas (inclusive com referência à página da publicação), todas as imagens foram retiradas do *Burden of disease from environmental noise*. Mas as imagens em discussão não foram elaboradas para este estudo, como se vê abaixo.

Fig. 2.3. Polynomial fit of the exposure-response relationship for road traffic noise and the incidence of myocardial infarction

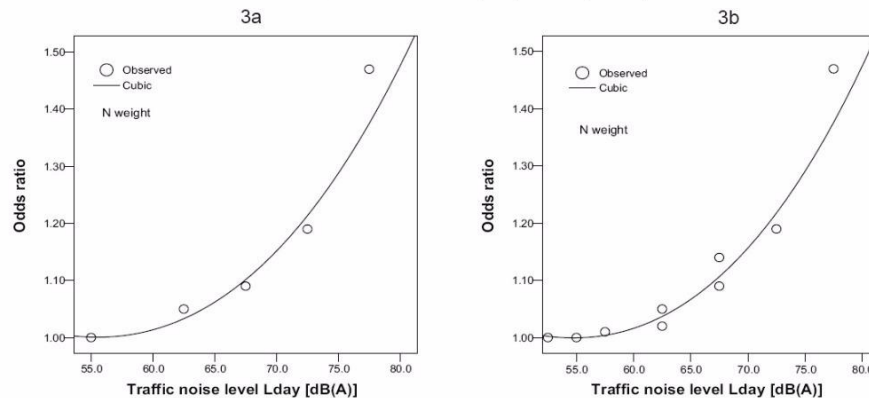


Source: Babisch (21).

A primeira figura utilizada (Gráfico 1) é a Figura 2.3 (assim numerada por ser a terceira figura do capítulo 2), a qual, por exemplo, foi retirada

de Babisch (21) – sem indicação de página. Esta referência é ao estudo *Road traffic noise and cardiovascular risk*, publicado em *Noise & Health*, 2008. A imagem original é a seguinte.

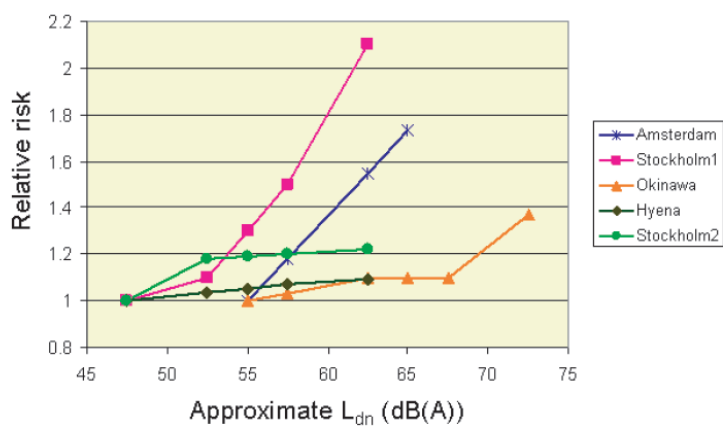
Figure 3 (a-b): Polynomial fits of the exposure-response relationship between road traffic noise and myocardial infarction. The left graph (3a) refers case-control or cohort studies (analytic studies), the right graph (3b) to cross-sectional, case-control or cohort studies (descriptive and analytic studies)



Trata-se da Figure 3 (a-b), que pode ser acessada neste link: http://www.noiseandhealth.org/viewimage.asp?img=NoiseHealth_2008_10_38_27_39005_4.jpg.

Como é facilmente visualizado, a figura original teve sua cor modificada, foi renumerada e teve sua legenda alterada com a retirada da indicação de que se referia a um estudo analítico (*case-control* ou *cohort studies*).

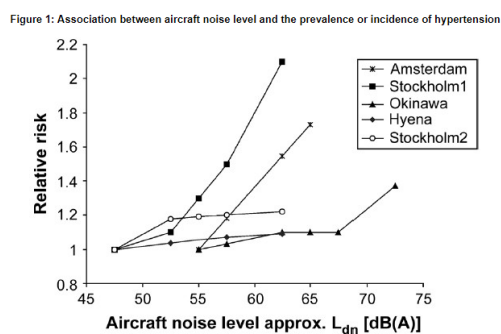
Fig. 2.4. Association between aircraft noise and the prevalence or incidence of high blood pressure



Source: Babisch & Van Kamp (136).

A segunda figura utilizada (Gráfico 2) é a Figura 2.4 (assim numerada por ser a quarta figura do capítulo 2), a qual, por exemplo, foi retirada

de Babisch & Van Kamp (136) – sem indicação de página. Esta referência é ao estudo *Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension*, publicado em *Noise & Health*, 2009. A imagem original é a seguinte.



Trata-se da Figure 1, que pode ser acessada neste link: http://www.noiseandhealth.org/viewimage.asp?img=NoiseHealth_2009_11_44_161_53363_f2.jpg.

Como é facilmente visualizado, a figura original teve sua cor modificada, foi renumerada e teve sua legenda alterada com a retirada da palavra *level* e a troca de *hypertension* por *high blood pressure*.

Não há como incluir imagens num documento mantendo-se a numeração original, por razões mais do que óbvias.

Modificações na redação da legenda – não nos indicadores ou valores representados – encaixam-se no contexto da representação que é feita pela imagem ou da terminologia que foi adotada no texto; temos, como exemplo, a figura acima, onde houve a substituição de *hypertension* por *high blood pressure* por ter sido essa a nomenclatura adotada, conforme indicado na primeira página do capítulo em questão. Confira abaixo.

factors (e. g. nutrition, environmental factors). Worldwide, 13.5% of deaths are attributable to high blood pressure (hypertension) and 6.9% to high (total) cholesterol levels. 1.4% of deaths are attributed to urban air pollution according to the WHO Global Burden of Disease 2000 study (6,8).

Portanto, qualquer pessoa que já tenha tido a oportunidade de frequentar um ambiente acadêmico, no qual se produzem textos a partir de outros textos, conhece as formas normatizadas de fazer a inclusão e a referência de imagens em documentos científicos. Afirmar que esses

procedimentos configurariam adulteração ou manipulação de dados causa espécie e suscita questionamentos quanto a eventual intenção subjacente.

Não obstante, fizemos a opção de elaborar este roteiro para comprovar a correção nos procedimentos adotados para a inclusão de imagens na *Nota Técnica Conjunta contra o Projeto de Lei nº 445/2015* e aproveitamos para reiterar todas as afirmações nele feitas.